

KR100918011

PUB DATE: 2009-09-18

APPLICANT: KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.

HAS ATTACHED HERETO CORRESPONDING ENGLISH LANGUAGE EQUIVALENT:

US20020159431

PUB DATE: 2002-10-31

APPLICANT: KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [US]

Radio communication system

Publication number: KR100918011 (B1)

Publication date: 2009-09-18

Inventor(s):

Applicant(s): KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.

Classification:

- international: H04B7/02

- European:

Application number: KR20027017661 20020412

Priority number(s): KR20027017661 20020412

Abstract not available for KR 100918011 (B1)



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년09월18일
(11) 등록번호 10-0918011
(24) 등록일자 2009년09월11일

(51) Int. Cl.

H04B 7/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2002-7017661

(22) 출원일자 2002년04월12일

심사청구일자 2007년04월12일

(85) 번역문제출일자 2002년12월24일

(65) 공개번호 10-2003-0014732

(43) 공개일자 2003년02월19일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2002/001426

(87) 국제공개번호 WO 2002/87108

국제공개일자 2002년10월31일

(30) 우선권주장

0110125.2 2001년04월25일 영국(GB)

(56) 선행기술조사문헌

KR1019940025213 A

KR1019990036133 A

전체 청구항 수 : 총 14 항

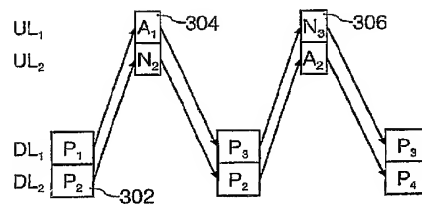
심사관 : 천대녕

(54) 라디오 통신 시스템

(57) 요약

라디오 통신 시스템은 복수의 안테나들을 가진 제 1 국으로부터 적어도 하나의 안테나를 가진 제 2 국으로 데이터 패킷들(302)의 송신을 위한 통신 채널을 포함한다. 채널은 복수의 경로들을 포함하고, 제 1 국은 복수의 패킷들을 실질적으로 동시에 송신한다. 예를 들면, 다른 안테나 또는 안테나 빔을 통해 송신될 각 패킷을 위해 정렬하는 것에 의해 복수의 패킷들의 각각은 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 송신된다. 제 2 국은 복수의 데이터 패킷들을 수신하고, 각 패킷이 정확하게 수신되었는지를 결정하며 이 결정(통상적으로 확인응답(304) 또는 부정적인 확인응답(306))을 복수의 패킷들의 각각을 위해 제 1 국에 시그널링한다. 시그널링은 임의의 종래의 수단, 예를 들면 가용한 업링크 경로들의 다른 서브셋을 통한 각 확인응답 또는 부정적인 확인응답의 송신일 수 있다.

도 4



(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 아랍에미리트, 안티구아바부다, 코스타리카, 도미니카, 알제리, 모로코, 탄자니아, 남아프리카, 벨리즈, 모잠비크, 에콰도르, 필리핀, 콜롬비아, 그라나다, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 인도, 오만, 폴란드, 튀니지, 시에라리온, 세르비아 엔 몬테네그로, 짐바브웨, 잠비아

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨, 모잠비크, 탄자니아, 잠비아

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스, 터키

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우, 적도 기니

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 안테나들을 갖는 제 1 국과 적어도 하나의 안테나를 갖는 제 2 국 사이의 복수의 경로들을 포함하는 통신 채널을 갖는 라디오 통신 시스템(radio communication system)에 있어서, 상기 제 1 국은 복수의 데이터 패킷들을 상기 제 2 국으로 동시에 송신하는 수단을 갖고, 각 패킷은 상기 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 송신되며, 상기 제 2 국은 상기 복수의 데이터 패킷들을 수신하고 각 패킷이 정확히 수신되었는지를 결정하고, 이러한 결정을 상기 복수의 패킷들의 각각에 대해 상기 제 1 국으로 시그널링하기 위한 수단을 갖는, 라디오 통신 시스템.

청구항 2

제 1 국과 적어도 하나의 안테나를 갖는 제 2 국 사이의 복수의 경로들을 포함하는 통신 채널을 갖는 라디오 통신 시스템에서 사용하기 위한 복수의 안테나들을 갖는 제 1 국에 있어서, 복수의 데이터 패킷들을 상기 제 2 국으로 동시에 송신하기 위한 수단이 제공되고, 각 패킷은 상기 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 송신되며, 또한 상기 수단은 상기 제 2 국으로부터 각 패킷이 정확하게 수신되었는지의 결정을 수신하기 위해 제공되는, 제 1 국.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 복수의 안테나들 중 하나로 각 데이터 패킷을 매핑하기 위한 수단이 제공되는 것을 특징으로 하는, 제 1 국.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 각 안테나 빔으로 각 데이터 패킷을 매핑하기 위한 웨이팅 수단(weighting means)이 제공되는 것을 특징으로 하는, 제 1 국.

청구항 5

제 2 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 패킷이 송신되는 경로들의 서브셋에 의존하여 데이터 패킷과 관련된 송신 파라미터들을 변화시키기 위한 수단이 제공되는 것을 특징으로 하는, 제 1 국.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 변화된 송신 파라미터들은 변조 스킴, 코딩 스킴 및 송신 파워 레벨로부터 선택되는 것을 특징으로 하는, 제 1 국.

청구항 7

제 5 항에 있어서, 경로들의 각 서브셋의 상기 송신 파워를 독립적으로 조절하기 위한 패쇄 루프 파워 제어 수단이 제공되는 것을 특징으로 하는, 제 1 국.

청구항 8

제 2 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 데이터 패킷의 초기 송신을 위해 사용된 상기 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 상기 제 2 국에 의해 정확하게 수신되지 않은 데이터 패킷을 재송신하기 위한 수단이 제공되는 것을 특징으로 하는, 제 1 국.

청구항 9

복수의 안테나들을 갖는 제 1 국과 제 2 국 사이의 복수의 경로들을 포함하는 통신 채널을 갖는 라디오 통신 시스템에서 사용하기 위한 적어도 하나의 안테나를 갖는 제 2 국에 있어서, 상기 제 1 국에 의해 동시에 송신된 복수의 데이터 패킷들을 수신하기 위한 수단이 제공되고, 각 패킷은 상기 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 송신되며, 또한 상기 수신하기 위한 수단은 각 패킷이 정확하게 수신되었는지를 결정하고 이러한 결정을 상기 복수의 패킷들의 각각에 대해 상기 제 1 국으로 시그널링하기 위해 제공되는, 제 2 국.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 제 2 국과 상기 제 1 국 사이의 통신 채널은 복수의 경로들을 포함하고 상기 제 1 국으로 정확한 수신에 결정을 시그널링하기 위한 상기 수단은 상기 동시에 송신된 데이터 패킷들 각각에 대응하는 확인응답(acknowledgements)을 동시에 송신하기 위한 수단을 포함하며, 각 확인응답은 상기 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 송신되는 것을 특징으로 하는, 제 2 국.

청구항 11

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서, 상기 제 1 국에 채널 품질 피드백 정보를 시그널링하기 위한 수단이 제공되고, 상기 정보는 데이터 패킷들을 송신하는데 사용된 상기 경로들의 서브셋의 각각과 관련된 것을 특징으로 하는, 제 2 국.

청구항 12

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서, 상기 제 2 국이 동시에 수신 또는 처리할 수 있고, 동일한 무선 인터페이스 리소스들을 이용하여 상기 복수의 경로들의 서브셋들을 통해 송신되는 동시적인 데이터 스트림들의 수를 상기 제 1 국으로 시그널링하기 위한 수단이 제공되는 것을 특징으로 하는, 제 2 국.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 시스템은 코드 분할 다중 액세스 프로토콜에 따라 동작하고 상기 무선 인터페이스 리소스들은 채널화 및 확산 코드들(spreading codes)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 제 2 국.

청구항 14

복수의 안테나들을 갖는 제 1 국과 적어도 하나의 안테나를 갖는 제 2 국 사이의 복수의 경로들을 포함하는 통신 채널을 갖는 라디오 통신 시스템을 동작시키는 방법에 있어서, 상기 제 1 국은 동시에 복수의 데이터 패킷들을 상기 제 2 국으로 송신하고, 각 패킷은 상기 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 송신되며, 상기 제 2 국은 상기 복수의 데이터 패킷들을 수신하고, 각 패킷이 정확하게 수신되었는지를 결정하고 이 결정을 상기 복수의 패킷들의 각각에 대해 상기 제 1 국으로 시그널링하는, 라디오 통신 시스템 동작 방법.

명세서

기술분야

- <1> 본 발명은 라디오 통신 시스템에 관한 것이며 또한 이러한 시스템에서 사용하기 위한 제 1 및 제 2 국들 및 이러한 시스템을 동작하는 방법에 관한 것이다. 특히, 본 명세서는 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)을 참조하여 시스템을 설명하지만, 이러한 기술들은 다른 이동 라디오 시스템들에서의 사용에 동일하게 활용가능하다는 것이 이해될 것이다.

배경기술

- <2> 라디오 통신 시스템에서, 라디오 신호들은 통상적으로 송신기로부터 수신기로 복수의 경로들을 통해 이동하며, 각각은 하나 이상의 산란기들(scatterers)로부터의 반사들을 포함한다. 상기 경로들로부터 수신된 신호들은 수신기에서 건설적이거나 파괴적으로 간섭할 수 있다(그 결과 위치의존 페이딩이 발생함). 또한, 경로들의 길이들이 다르므로, 신호가 송신기로부터 수신기로 이동하는 시간이 소요되고, 인터-심볼 간섭을 발생할 수 있다.
- <3> 다중 경로 전파에 의해 발생하는 상기 문제들은 수신기(다이버시티(diversity)를 수신)에서 다중 안테나들의 사용에 의해 완화될 수 있고, 이는 다중 경로들 중 일부 또는 모두가 해결될 수 있다는 것이 널리 알려져 있다. 효과적인 다이버시티를 위해 개별적인 안테나들로부터 수신된 신호들이 낮은 교차상관관계를 가져야 할 필요가 있다. 통상적으로 이것은 인접하게 이격된 안테나들이 우리의 국제 출원 번호 W001/71843(출원인 참조번호 PHGB000033)에 개시된 기술들을 사용하는 것에 의해 또한 사용될 수 있음에도 불구하고, 파장의 실제적인 세분화에 의한 안테나들의 분리에 의해 보증된다. 실질적으로 관련없는 신호들의 사용을 보증함으로써, 파괴적인 간섭이 임의의 주어진 시간에서 하나 이상의 안테나들에서 발생할 가능성이 최소화된다.
- <4> 유사한 개선들이 송신기(다이버시티를 송신)에서 다중 안테나들의 사용에 의해 또한 달성될 수 있다. 다이버시

터 기술들은 단방향 다이버시티 배열을 통해 시스템 이득을 또한 증가시킬 수 있는, MIMO(Multi-Input Multi-Output) 시스템으로서 알려진, 송신기 및 수신기 모두에서의 다중 안테나들의 사용으로 일반화될 수 있다. 다른 연구에서, 다중 안테나들의 존재가 공간적인 멀티플렉싱을 가능하게 하고, 그럼으로써 송신용 데이터 스트림은 복수의 서브스트림들로 분할되며, 그 각각은 많은 다른 경로들을 통해 송신된다. 이러한 시스템의 한 예가 미국 특허 6,067,290에 설명되어 있으며, BLAST 시스템이라고 알려진 다른 예는 1998년 9월 29일에서 10월 2일까지의 1998 URSI International Symposium on Signals, Systems and Electronics, Pisa, Italy의 발표된 논문들 중에서 P W Wolniansky 등에 의한 논문 "V-BLAST: an architecture for realising very high data rates over the rich-scattering wireless channel"에 설명되어 있다.

- <5> MIMO 시스템으로부터 이루어질 수 있는 성능 이득들은 주어진 오차율에서 총 데이터 비율을 증가시키거나, 주어진 데이터 비율에 대해 오차율을 감소시키거나, 또는 상기 둘의 임의의 조합을 위해 사용될 수 있다. MIMO 시스템은 또한 주어진 데이터 비율 및 오차율에 대해 총 송신된 에너지 또는 전원을 감소시키도록 제어될 수 있다.
- <6> MIMO 기술들이 적용될 수 있는 한 영역은 HSDPA(High-Speed Downlink Packet Access) 스킴으로, 이것은 현재 UMTS에 대하여 연구되고 있고 4Mbps로 패킷 데이터 이동국에 전송하는 것을 용이하게 할 수 있다. HSDPA의 한 제안된 실시예에서, 분리된 데이터 스트림들은 기지국(BS)의 각 안테나들로부터 보내지며, 데이터 스트림들은 이론적으로 적어도 데이터 스트림들만큼 많은 안테나들을 가진 이동국(MS)에 의해 수신될 수 있고 디코딩될 수 있다. 정확한 데이터 송신이 열등한 채널 상태 (다중 재송신들 때문에)하에서 감소된 시스템 처리량보다 더욱 중요한 것으로 여겨지므로, ARQ(Automatic Repeat reQuest) 스킴은 각 데이터 패킷의 정확한 전달을 보충할 필요가 있다.
- <7> 패킷 데이터 송신에 대한 MIMO 시스템의 사용에서의 문제점은 통신 시스템상의 다른 라디오 링크 품질들의 영향이다. 예를 들면, 데이터 스트림들의 일부는 매우 열등한 품질 라디오 링크들을 가질 수 있고, 모든 데이터가 결합되면 다른 링크들의 성능을 저하시킬 것이다.

발명의 상세한 설명

- <8> 본 발명의 목적은 개선된 성능을 갖는 MIMO 시스템을 제공하는 것이다.
- <9> 본 발명의 제 1 양상을 따라, 복수의 안테나들을 갖는 제 1 국과 적어도 하나의 안테나를 갖는 제 2 국 사이의 복수의 경로들을 포함하는 통신 채널을 갖는 라디오 통신 시스템이 제공되며, 제 1 국은 복수의 데이터 패킷들을 제 2 국으로 실질적으로 동시에 송신하기 위한 수단을 갖고, 각 패킷은 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 송신되며, 제 2 국은 각 패킷이 정확히 수신되었는지를 결정하고 이러한 결정을 복수의 패킷들의 각각을 위해 제 1 국으로 시그널링하기 위해, 복수의 패킷들을 수신하기 위한 수단을 갖는다.
- <10> 각각 통신 채널에서 가용가능한 경로들의 서브셋을 통해 복수의 패킷들을 병렬로 송신함으로써, 각 패킷이 경로들의 동일한 셋을 통해 송신되는 알려진 시스템들과 비교하여 개선된 성능이 가능하게 한다. 이것은 열등한 품질의 라디오 링크를 제공하는 경로들 중 하나의 영향이 송신된 패킷들의 서브셋으로 제한되기 때문이다.
- <11> 본 발명의 제 2 양상에 따라, 제 1 국과 적어도 하나의 안테나를 갖는 제 2 국 사이의 복수의 경로들을 포함하는 통신 채널을 갖는 라디오 통신 시스템에서 사용하기 위한 복수의 안테나들을 갖는 제 1 국이 제공되며, 수단은 복수의 데이터 패킷들을 제 2 국으로 실질적으로 동시에 송신하기 위해 제공되고, 각 패킷은 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 송신되며, 또한 상기 수단은 제 2 국으로부터 각 패킷이 정확하게 수신되었는지를 결정을 수신하기 위해 제공된다.
- <12> 본 발명의 한 실시예에서 각 데이터 패킷은 제 1 국의 안테나들의 하나로 그것을 매핑하는 것에 의해 사용가능한 경로들의 서브셋으로 제한된다. 다른 실시예에서, 빔포밍 기술들이 특정 방향에서 각 데이터 패킷을 송신하기 위해 사용된다. 경로들의 한 서브셋을 통해 송신된 데이터 패킷은 다른 송신 파라미터들, 예를 들면 변조 및 /또는 코딩 스킴들 및 파워 레벨들을 가질 수 있다. 패쇄 루프 파워 제어는 경로들의 각 서브셋으로 독립적으로 적용될 수 있다.
- <13> 본 발명의 제 3 양상에 따라, 복수의 안테나들을 갖는 제 1 국과 제 2 국 사이의 복수의 경로들을 포함하는 통신 채널을 갖는 라디오 통신 시스템에서 사용하기 위한 적어도 하나의 안테나를 갖는 제 2 국이 제공되며, 수단은 제 1 국에 의해 실질적으로 동시에 송신된 복수의 데이터 패킷들을 수신하기 위해 제공되고, 각 패킷은 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 송신되며, 또한 상기 수단은 각 패킷이 정확하게 수신되었는지를 결정하고 복수의 패킷들의 각각을 위해 제 1 국으로 이러한 결정을 시그널링하기 위해 제공된다.

- <14> 제 2 국은 각 패킷이 정확하게 수신되었는지의 결정을 제 1 국으로 사용가능한 업링크 경로들의 서브셋을 통해 또는 임의의 다른 적당한 방법에서 시그널링할 수 있다.
- <15> 본 발명의 제 4 양상에 따라, 복수의 안테나들을 갖는 제 1 국과 적어도 하나의 안테나를 갖는 제 2 국 사이의 복수의 경로들을 포함하는 통신 채널을 갖는 라디오 통신 시스템을 동작하는 방법이 제공되며, 제 1 국은 실질적으로 동시에 복수의 데이터 패킷들을 제 2 국으로 송신하고, 각 패킷은 복수의 경로들의 다른 서브셋을 통해 송신되며, 제 2 국은 복수의 데이터 패킷들을 수신하고, 각 패킷이 정확하게 수신되었는지를 결정하며 이 결정을 복수의 패킷들의 각각을 위해 제 1 국으로 시그널링한다.
- <16> 본 발명은 패킷 데이터 전달을 위해 사용된 MIMO 시스템에서의 개선된 성능은 사용가능한 경로들의 다른 서브셋들에 의해 병렬로 데이터 패킷들을 송신하는 것에 의해 얻어질 수 있다는, 종래 기술에 존재하지 않은, 인식에 기초한다.
- <17> 본 발명의 실시예들이 첨부된 도면들을 참조로, 예시의 방법으로 이제 설명될 것이다.

실시예

- <25> 도면들에서 동일한 참조 번호들은 대응하는 특성들을 지시하도록 사용된다.
- <26> 도 1은 제 1 국(100)으로부터 제 2 국(110)으로의 다운링크 패킷 데이터의 송신을 위한 MIMO 시스템의 예를 도시한다. 제 1 국(100)은 제 2 국(110)으로의 송신을 위한 데이터 스트림을 제공하는 데이터 소스(102)를 포함한다. 이러한 스트림은 송신기(TX)(106)로 제공되는 복수의 데이터 서브스트림들을 생성시키기 위하여 직렬-병렬 변환기(S/P)(104)에 의해 분할된다. 송신기(106)는 기지국(BS)(100)으로부터 이동국(MS)(110)으로의 송신을 위해 데이터 서브스트림들이 다중 안테나들(108)(도 1에 1,2,3 및 4 로 라벨됨)로 보내지도록 배열된다. 안테나들(108)은 실질적으로 전방향(omni-directional)이라고(또는 섹터화된 셀상에서 커버리지를 제공하기 위해 디자인됨) 가정된다.
- <27> 통상적으로 FEC(Forward Error Correction)를 포함하는 적당한 코딩이 멀티플렉싱 전에 BS(100)에 의해 적용될 수 있다. 이것은 수직 코딩으로서 알려져 있고, 코딩이 모든 서브스트림들에 거쳐서 적용된다는 장점을 갖는다. 그러나, 조인트 디코딩이 필요하고 각 서브스트림을 개별적으로 추출하는 것은 어렵기 때문에 서브스트림들의 추출하는데 문제들이 발생할 수 있다. 대안으로서, 각 서브스트림은 수신기 동작을 간단히 할 수 있는 수평 코딩으로 알려진 기술로, 분리적으로 코딩될 수 있다. 이러한 기술들은 예를 들면 2000년 11월 27일부터 12월 1일까지의 Proceedings of the IEEE Globecom 2000 Conference, San Francisco에서의 X Li 등에 의한 논문 "Effects of Iterative Detection and Decoding on the Performance of BLAST"에서 논의된다.
- <28> 수직 코딩이 사용되면, 적용되는 FEC는 복수의 경로들을 포함하는 전체 MIMO 채널을 처리하도록 충분한 오차-보정 능력을 가져야만 한다. BS(100)와 MS(110)사이의 경로들의 세트가 통상적으로 직접 경로들 및 간접 경로들을 포함하고, 후자는 신호들이 하나 이상의 산란기들에 의해 반사되는 경우가 될 것임을 이해할 것이다.
- <29> MS(110)는 복수의 안테나들(118)(도 1의 A,B,C 및 D로 라벨됨)을 포함한다. 안테나들(118)에 의해 수신된 신호들은 수신기(RX)(116)에 제공되고, 이는 수신된 신호들로부터 송신된 복수의 데이터 서브스트림들을 추출한다. 데이터 서브스트림들은 이후 병렬-직렬 변환기(P/S)(114)에 의해 재결합되고 데이터 출력 블록(112)으로 제공된다. BS(100) 및 MS(110)가 모두 동일한 수의 안테나들을 가지고 있는 것으로 도시되었음에도, 실제로 이것은 필요하지 않고 안테나들의 수들은 공간과 용량 제한들에 의존하여 최적화될 수 있다.
- <30> BS(100)의 가장 간단한 구현에서, 각 데이터 서브스트림은 분리된 안테나(108)로 매핑된다. 이러한 구현은 공간적으로 상관되지 않은 라디오 채널들을 위해 적합하다. 적당한 BS(100)가 도 2에 도시된 바와 같은, 일반적인 경우에 각 데이터 서브스트림은 복합 웨이트(202)를 적용한 후에(각 데이터 서브스트림용 안테나(108)당 하나의 웨이트 값을 갖는다) 각 안테나(108)로 보내질 수 있다. 이러한 접근은 각 데이터 서브스트림을 다른 안테나 빔으로 매핑하는데 사용될 수 있다. 안테나 빔들은 미리 정해진 방향들로 지향될 수 있고, 또는 방향들이 라디오 채널 조건들의 변화를 이용하도록 동적으로 결정될 수 있다. 동적으로 빔 방향들이 변화하는 MIMO 시스템의 예가 우리의 공동계류중인 공개되지 않은 영국 특허 출원 0102316.7(출원인 참조번호 PHGB010012)에 개시되어 있다. 흥미의 특별한 경우는 각 데이터 스트림이 안테나들의 서브셋으로 매핑되는 것이다(즉, 웨이트들의 일부가 0이다).

- <31> 간단화를 위하여, 다음 실시예들은 데이터 서브스트림들과 안테나들(108)사이의 1 대 1 매핑의 가장 간단한 경우를 사용하지만, 본 발명이 이러한 시나리오에 제한되지는 않는다는 것이 이해될 것이다.
- <32> 패킷 데이터 송신 시스템에서, ARQ는 임의의 오류있는 패킷들을 보정하는데 사용될 수 있다. 알려진 방법에서 ARQ 스킴 동작의 예가 도 3에 도시되어 있다. P_n (n 이 시퀀스 번호)으로 식별되는 데이터 패킷들(302)은 다운링크(DL) 채널 상의 시퀀스로 BS(100)로부터 MS(110)로 송신된다. 도시된 시나리오에서, 제 1 데이터 패킷 P_1 이 MS(110)에 의해 정확하게 수신되고, 이는 업링크 채널(UL)상으로 확인응답(A_1)(304)을 송신한다. BS(100)에 의해 A_1 의 수신에 응답하여, 송신을 기다리는 다음 패킷(P_2)이 선택되고 MS(110)로 송신된다. 그러나, 이 패킷은 MS(110)에 의해 정확하게 수신되지 않고, 이는 부정적인 확인응답(N_2)(306)을 발생시킨다. 이것에 응답하여, BS(100)가 패킷(P_2)을 송신한다.
- <33> 부정적인 확인응답(306)에 응답하여 데이터 패킷(302)의 간단한 재송신 대신 다른 기술들이 사용될 수 있다. 이러한 기술의 예로는 증분 잉여(incremental redundancy)를 이용하는 ARQ이며, 여기서, 패킷에 관련된 재송신들은 부가적인 잉여 정보를 포함하지만 처음 송신된 패킷과 동일하지 않다. 데이터 처리량은 다른 기술들의 사용에 의해서 증가될 수 있고, 그 한 예가 n -채널 정지-대기 ARQ이다. 이 스킴은 임의의 긍정적인 확인응답이 있기 전에 n 패킷들까지의 송신을 허용하기 위해 도 3에 도시된 기본 스킴의 상당한 시간 갭들을 이용한다. 종래의 정지-대기 ARQ 스킴들(도 3에 도시된 바와 같은)에 대한 장점은 하나의 패킷이 정확하게 수신되지 않으면, 오류들을 갖는 수신된 패킷의 재송신들과 함께 다른 패킷들이 연속적으로 다른 채널들로 보내질 수 있다는 것이다. 공동 계류중인 공개되지 않은 영국 특허 출원 0104830.5(출원인 참조번호 PHGB010028)에 개시된 바와 같이, 이러한 스킴은 또한 MS(110)가 복수의 BS들(100)과 함께 데이터 링크들을 가질 때 사용될 수 있다.
- <34> 본 발명에 따르는 MIMO 패킷 데이터 송신 스킴 동작의 간단한 실시예가 도 4에 도시되어 있다. 이 실시예에서 각 데이터 서브스트림은 분리된 ARQ 채널에 할당되고, BS(100) 및 MS(110)는 각각 두개의 안테나들(108,118)을 갖는다. 도시된 예에서, BS(100)는 각각의 안테나들(108)로부터 송신된 각각의 다운링크 데이터 서브스트림들의 부분(DL_1 및 DL_2)으로서 두 개의 패킷들(302, P_1 및 P_2)을 송신한다. 패킷들(302)은 실질적으로 동시적으로 송신된다. 이것은 동일한 채널성 및 스캐램블링 코드들을 사용하는 CDMA(Code Division Multiple Access)시스템에서 수행될 수 있다.
- <35> MS(110)는 단지 패킷(P_1)만을 정확하게 수신하고, 따라서 각각의 안테나들(118)로부터 송신된 각각의 업링크 데이터 서브스트림들의 부분(UL_1 및 UL_2)으로서 확인응답(acknowledgement)(A_1)(304) 및 부정적인 알림(N_2)(306)을 송신한다. 긍정적인 및 부정적인 확인응답들(A_1 및 N_2)은 동일한 채널성 및 스캐램블링 코드들을 사용하여 실질적으로 동시적으로 송신된다. 응답으로, BS(100)는 서브스트림(DL_1)을 통해 다음 패킷(P_3)을 송신하고, 서브스트림(DL_2)을 통해 패킷(P_2)을 재송신한다. 이 때 MS(110)는 단지 패킷(P_2)만을 정확하게 수신하고, 따라서 부정적인 및 긍정적인 확인응답들(N_3 및 A_2)을 각각의 업링크 서브스트림들(UL_1 및 UL_2)을 통해 발생시킨다. 결과적으로 BS(100)는 서브스트림(DL_1)을 통해 패킷(P_3)을 재송신하고 다음 패킷(P_4)을 서브스트림(DL_2)을 통해 송신한다.
- <36> 일반적인 경우에, 대부분의 임의의 메카니즘이 단일 채널 상의 시간 멀티플렉싱을 포함하는 확인응답들(304, 306)의 송신을 위해, 또는 다른 채널들을 통한 동시적인 송신을 위해 사용될 수 있다. 업링크 송신 방법 및 라디오 채널은 또한 다운링크 상에서 사용되는 것과 다를 수 있다. 가장 중요한 요건은 재송신할 것인지 또는 새로운 패킷(302)을 보낼 것인가를 결정하기 위한 적시에 확인응답이 BS(100)에 의해 수신되는 것이다.
- <37> BS(100) 및/또는 MS(110)는 정확하게 수신된 패킷들(302)를 사용하여 불량 라디오 채널들을 식별하여(즉, 불량 안테나들(108) 또는 불량 안테나 빔들), 이러한 안테나들 또는 빔들을 피함으로써 성능이 최적화되게 할 수 있다.
- <38> 이러한 실시예의 변형이 도 5에 도시되고, 여기서 MS(110)에 의해 정확하게 수신되지 않은 패킷(302)의 재송신이 다른 서브스트림을 통해 발생한다. 이것은 간섭이 특정 서브스트림을 통한 임의의 패킷들(302)의 성공적인 수신을 방해할 때 하나의 패킷이 실질적으로 지연되는 경우를 방지한다. 도시된 예에서, 동일한 패킷들(302)이 송신되었으나 패킷(P_3)의 송신과 패킷(P_2)의 재송신을 위해 사용된 서브스트림들은 도 4와 비교하면 반전된다.

- <39> 라디오 링크의 품질이 각 서브스트림마다 다르기 때문에, 각 서브스트림들에 대한 데이터는 다른 품질 조건들을 갖는 다른 데이터 소스들로부터 파생될 수 있다. 우리의 공동 계류중인 공개되지 않은 국제 특허 출원 PCT/EP01/13690(출원인 참조번호 PHGB000168)에서 개시된 바와 같이, 각 서브스트림으로 적용된 FEC의 레벨은 라디오 링크의 품질에 의존하여 선택적으로 변화될 수 있다. 또한, MCS(Modulation and Coding Scheme)의 다른 선택들은 다른 서브스트림들에 대해 이루어질 수 있고, 서브스트림들은 다른 채널 상태들에 응답하여 다른 파워 레벨들에서 송신될 수 있다.
- <40> 위의 실시예들에 대한 다른 변형에서, 분리된 폐쇄 루프 파워 제어는 각 안테나(108)로부터의 송신들에 적용될 수 있다(예를 들면 전용 채널들을 사용하여). 공동 계류중인 공개되지 않은 국제 특허 출원 PCT/IB01/02555(출원인 참조번호 PHGB10022)에 개시된 바와 같이, 이러한 스킴은 적당한 MCS의 선택 뿐만 아니라 최적의 안테나(108)의 선택을 도울 수 있다.
- <41> 도 6에 도시된, 본 발명의 다른 실시예에서, 다른 서브스트림들이 다른 터미널들(110a, 110b)로 라우트될 수 있다. 도시된 예에서, BS(100)는 두 개의 데이터 소스들(102)(D1 및 D2)을 포함하고, 각각은 다른 MS(110)에 대해 의도된다. 제 1 MS(110a)로 의도된, 데이터 소스(D1)로부터의 데이터는 직렬-병렬 변환기(104)(S1)에 의해 두 개의 서브스트림들로 분할되고 송신기(TX)(106)로 제공된다. 이러한 두 개의 데이터 서브스트림들은 1 및 2로 라벨된 안테나들(108)을 거쳐 송신된다. 유사하게, 제 2 MS(110b)로 의도된, 데이터 소스(D2)로부터의 데이터는 직렬-병렬 변환기(104)(S2)에 의해 두 개의 서브스트림들로 분할되고 송신기(106)로 제공된다. 이러한 두 개의 데이터 서브스트림들은 3 및 4로 라벨된 안테나들(108)을 거쳐 송신된다. 이러한 스킴들이 구현될 수 있다 하더라도 안테나 빔들이 각각 MS들(110a, 110b)로 향하는 것을 요구하지는 않는다는 것이 주의되어야 한다.
- <42> MIMO를 이용하여, 도 1 또는 도 6에 도시된 바와 같은 시나리오에서, 주어진 채널화 코드와 함께 임의의 데이터를 수신하는 각 MS(110)는 일반적으로 충분한 안테나들(118) 또는 다른 데이터 서브스트림들 각각을 분리하기 위한, 아마도 임의의 원치않는 것들을 버리기 위한 다른 수단을 가져야만 한다. 알려진 MIMO 시스템들에서 이것은 적어도 M개의 안테나들을 필요로 하고, 여기서 M은 이러한 채널 코드를 가지며 송신되는 독립적인 데이터 서브스트림들의 수이다.
- <43> 다운링크 리소스들(채널화 코드들 및 파워)의 사용을 스케줄링하는데 좋은 성능을 얻기 위해서, 다운링크 채널 품질이 각 가능한 라디오 링크에 대해 BS(100)에서 알려지는 것이 바람직하다. 이것은 각 서브스트림에 대해 직접적으로 시그널링되거나 어떤 다른 방법(예를 들면 폐쇄 루프 파워의 사용 또는 안테나 다이버시티를 위한 페드백 신호들에 의해)으로 결정될 수 있다. 각 MS(110)에서 안테나들의 수 또는 다중 데이터 스트림들을 처리하기 위한 능력이 BS(100)로 알려진다는 것이 또한 중요하다. 이것은 레지스트레이션 처리의 한 부분으로서 시그널링되고, MS(110)는 그것의 성능들을 BS(100)에 알린다.
- <44> 도 7은 본 발명에 따른 방법의 한 가능한 활용을 도시하는 HSDPA의 흐름도이다. 방법은 다음 단계들을 포함한다:
- <45> 702. MS(110)가 각 안테나 쌍을 위한 전송 기능을 결정하기 위해 BS(100)의 각 안테나로부터 파일럿 신호들을 사용한다.
- <46> 704. BS(100)가 BS(100) 및 MS(110)의 안테나들의 각 쌍(108, 118)간의 채널 전송 기능 상에서 각 MS(110)로부터 정보를 수신한다.
- <47> 706. BS(100)가 각 안테나 쌍에 대하여 달성할 수 있는 SIR들을 추정한다(선택적으로 폐쇄 루프 파워 제어로부터와 같은 다른 정보를 이용한다).
- <48> 708. SIR 정보에 기초하여 BS(100)는 이동국(110)으로의 데이터 패킷들의 송신들을 스케줄하고, 다음을 선택한다: 모뎀화, 코딩 스킴, 채널화 코드(들) 및 각 패킷(302)에 대한 안테나(108). 통상적으로, 가능한 채널화 코드들의 수, 및 안테나(108) 당 최대 출력 파워에 의해 생성된 제약들일 수 있다.
- <49> 710. 각 MS(110)는 정확하게 수신된 패킷들(302)에 대한 확인응답(ACKnowledgement; ACK)(304)을 보내고 부정확하게 수신된 패킷들(302)에 대한 부정적인 확인응답(NACK)(306)을 보낸다.
- <50> 712. 오류있는 패킷들(302)은 BS(100)에 의해 재송신하기 위해 스케줄된다(ARQ 스킴이 사용되는 것에 따라 재송신의 정확한 내용이 결정됨).
- <51> 단계(708)에서 스케줄하기 위한 가능한 대안의 범위는, 예를 들면, 패킷들은 수신된 순서로 BS(100)에 의해 보내질 수 있고, 또는 신호는 높은 SIR과 함께 라디오 링크들을 통해 데이터를 보내는 것에 주어질 수 있다. 빔포

밍을 사용하는 실시예에서, 특정 방향으로 안테나 빔들을 향하게 하는 것은, 채널상의 보다 자세한 정보가 BS(100)에서 필요로 된다(사용되는 정확한 안테나 웨이트들(202)을 허용하기 위해). 이 정보는 MS(110)로부터 시그널링될 필요가 있다. MS(110)로의 시그널링은 또한 어느 안테나 송신들(또는 빔들)이 그것을 위한 데이터를 포함하는지와 어느 것이 원치 않는 간섭으로서 거절되어야 하는지를 가리키기 위해 필요할 수 있다.

<52> 본 발명은 또한 이동 라디오(예를 들면, UMTS), 무선 및 WLAN 시스템들에 적용 할 수 있다. 이것은 특히 HSDPA 개념에 적당하지만, 그것에 한정되지는 않는다. 위의 설명은 UMTS FDD(Frequency Division Duplex) 모드와 관련된다. 본 발명은 또한 TDD(Time Division Duplex) 시스템에도 적용될 수 있다. 이러한 경우에 업링크 및 다운링크 채널이 동일한 주파수(즉 상호간의 채널)에서 다른 시간 슬롯들을 사용한다는 사실이 채널 정보의 시그널링을 위한 필요를 감소시킬 수 있다.

<53> 본 발명은 또한 BS(100)가 통상적으로 채널 추정을 쉽게 하기 위해 파일럿 정보를 제공하는 CDMA 시스템들에 특히 적용할 수 있다. CDMA의 경우에, 적시에 오프셋된 동일 확장 코드 또는 다른 확장 코드들을 가진 다중 데이터 스트림들의 송신의 가능성은 미리 알려져 있다. 이러한 기술들은 하나 보다 많은 데이터 스트림이 동일한 확장 코드를 갖는 본 발명과 관련하여 사용될 수 있다.

<54> 위의 설명에서, '기지국' 또는 '제 1 국'이라는 항목은 실제로 고정된 인프라스트럭처의 다양한 부분들 사이에 분포될 수 있는 모든 것과 관련된다. UMTS 시스템에서, 예를 들면 BS(100)의 기능들은 RNC(Radio Network Controller)의 높은 레벨에서 그리고 MS(110)와 직접적으로 인터페이스하는 고정된 인프라스트럭처의 부분인 "노드 B"에서 수행된다. BS(100)로부터 MS(110)로의 데이터 패킷들의 송신에서의 그들의 사용뿐만 아니라, 설명된 기술들은 또한 반대 방향에서의 패킷 송신을 위해 사용될 수 있다. 이러한 경우에, BS(100) 및 MS(110)의 물들은 BS(100)가 제 2 국의 물을 취하고 MS(110)가 제 1 국의 물을 취하여 위의 설명에서와 반대일 것이다.

<55> 본 명세서를 읽는 것으로부터, 다른 변경들이 당업자에게 명백할 것이다. 이러한 변경들은 디자인, 생산 및 라디오 통신 시스템들 및 그들의 구성성분 부분들에서 이미 알려진 다른 특징들을 포함할 수 있고, 본 명세서에 이미 설명된 특성들 대신 또는 부가적으로 사용될 수 있다.

<56> 본 명세서 및 청구범위에서 요소들의 단수표현은 이러한 요소들의 복수의 존재를 배제하지 않는다. 또한, 단어 "포함하다(comprising)"는 이러한 리스트된 것보다 다른 요소들 또는 단계들의 존재를 배제하지 않는다.

도면의 간단한 설명

<18> 도 1은 MIMO 라디오 시스템의 실시예의 블록 개략도.

<19> 도 2는 송신 전에 서브스트림 신호들을 웨이트하는 MIMO 라디오 시스템을 위한 기지국의 실시예의 블록 개략도.

<20> 도 3은 종래의 ARQ 스킴의 동작을 도시하는 다이어그램.

<21> 도 4는 본 발명에 따른 ARQ의 제 1 실시예의 동작을 도시하는 다이어그램.

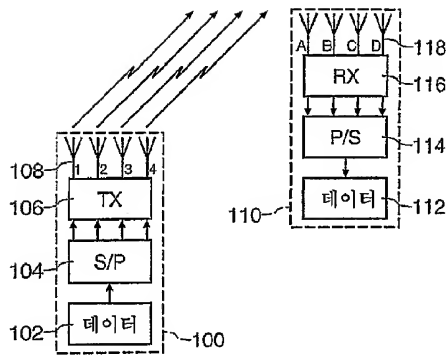
<22> 도 5는 본 발명에 따른 ARQ의 제 2 실시예의 동작을 도시하는 다이어그램.

<23> 도 6은 다른 서브스트림들이 다른 터미널들에서 방향된 MIMO 라디오 시스템의 실시예의 블록 개략도.

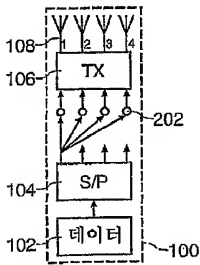
<24> 도 7은 본 발명에 따라 만들어진 MIMO 라디오 시스템의 동작을 도시하는 흐름도.

도면

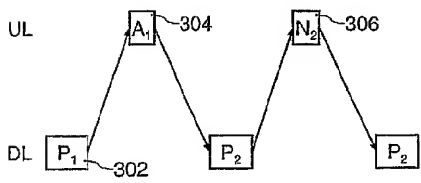
도면1



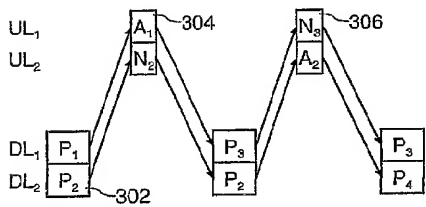
도면2



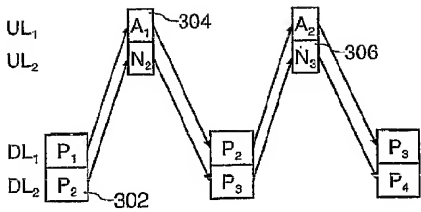
도면3



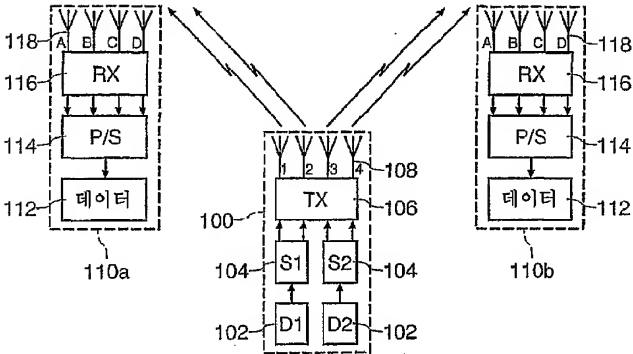
도면4



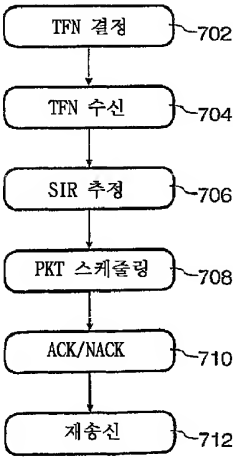
도면5



도면6



도면7





US 20020159431A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**
Moulsley et al.(10) **Pub. No.: US 2002/0159431 A1**(43) **Pub. Date: Oct. 31, 2002**(54) **RADIO COMMUNICATION SYSTEM****Publication Classification**(75) Inventors: **Timothy J. Moulsley**, Caterham (GB);
Matthew P.J. Baker, Canterbury (GB);
Bernard Hunt, Redhill (GB)(51) **Int. Cl.⁷** **H04J 3/24**(52) **U.S. Cl.** **370/347; 370/342; 370/389**

(57)

ABSTRACT

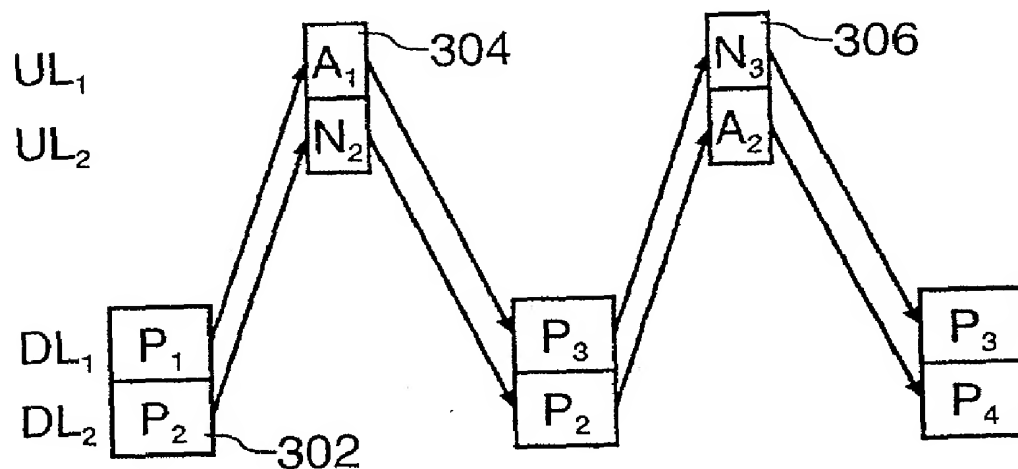
A radio communication system comprises a communication channel for the transmission of data packets (302) from a primary station having a plurality of antennas to a secondary station having at least one antenna. The channel comprises a plurality of paths, and the primary station transmits a plurality of packets substantially simultaneously. Each of the plurality of packets is transmitted via a different subset of the plurality of paths, for example by arranging for each packet to be transmitted via a different antenna or antenna beam.

The secondary station receives the plurality of data packets, determines whether each packet is received correctly and signals this determination (typically as an acknowledgement (304) or a negative acknowledgement (306)) to the primary station for each of the plurality of packets. The signalling may be by any convenient means, for example transmitting each acknowledgement or negative acknowledgement via a different subset of available uplink paths.

Correspondence Address:
Corporate Patent Counsel
U.S. Philips Corporation
580 White Plains Road
Tarrytown, NY 10591 (US)

(73) Assignee: **KONINKLIJKE PHILIPS ELEC-**
TRONICS N.V.(21) Appl. No.: **10/128,636**(22) Filed: **Apr. 23, 2002**(30) **Foreign Application Priority Data**

Apr. 25, 2001 (GB) 0110125.2



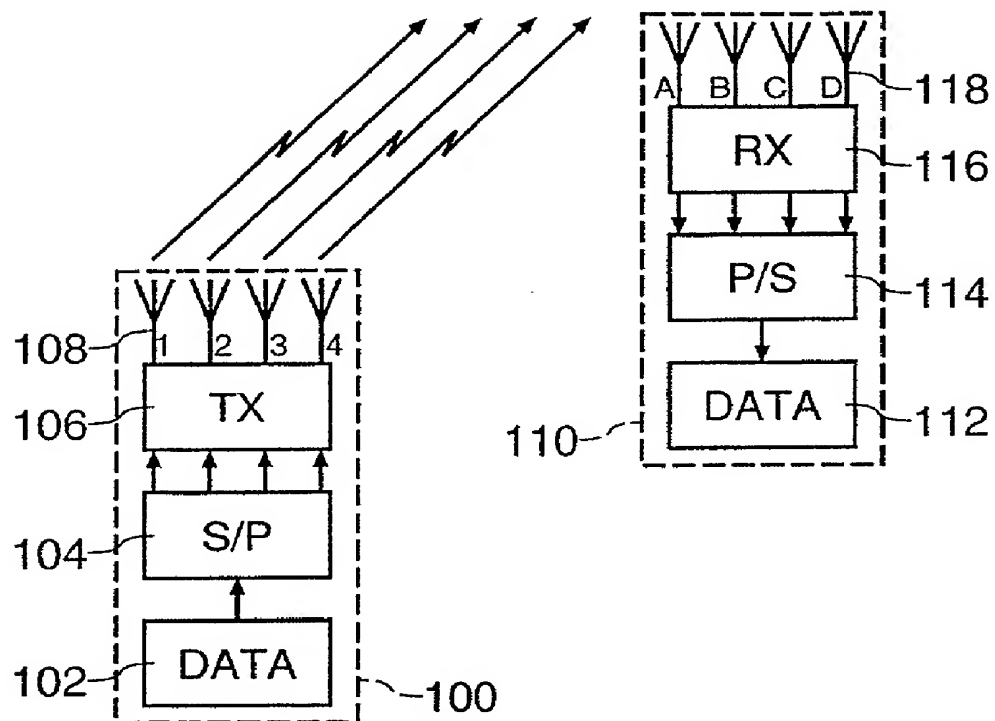


FIG. 1

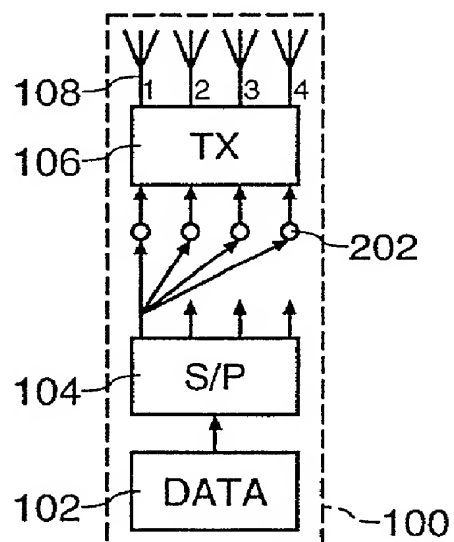


FIG. 2

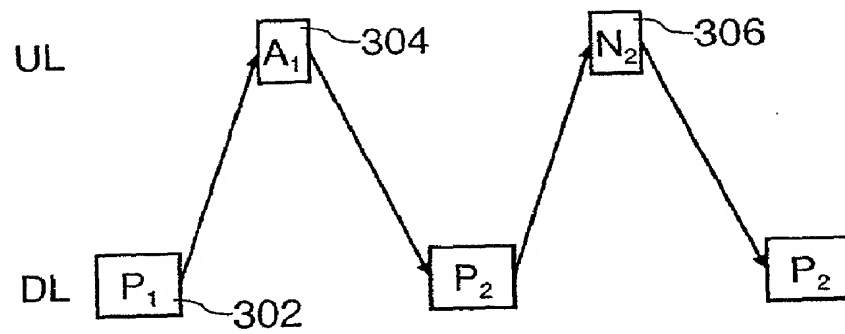


FIG. 3

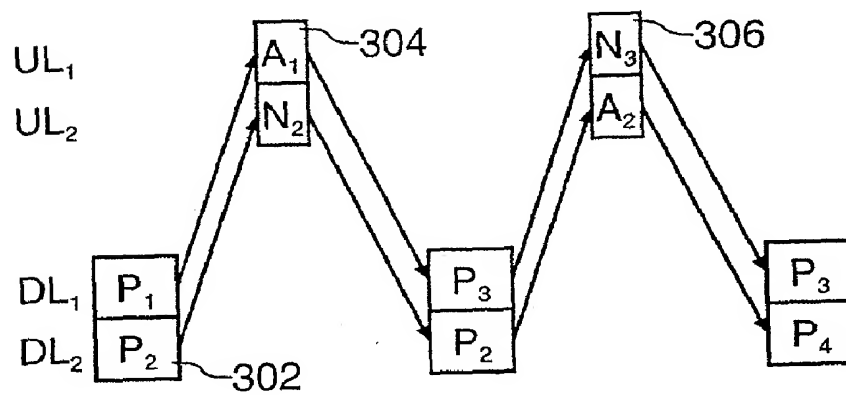


FIG. 4

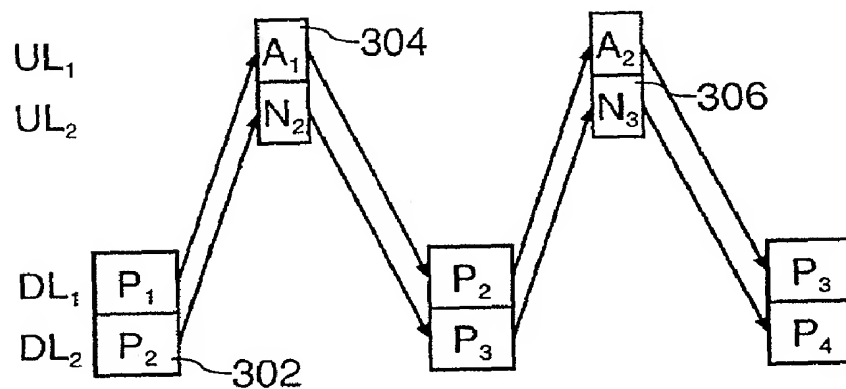


FIG. 5

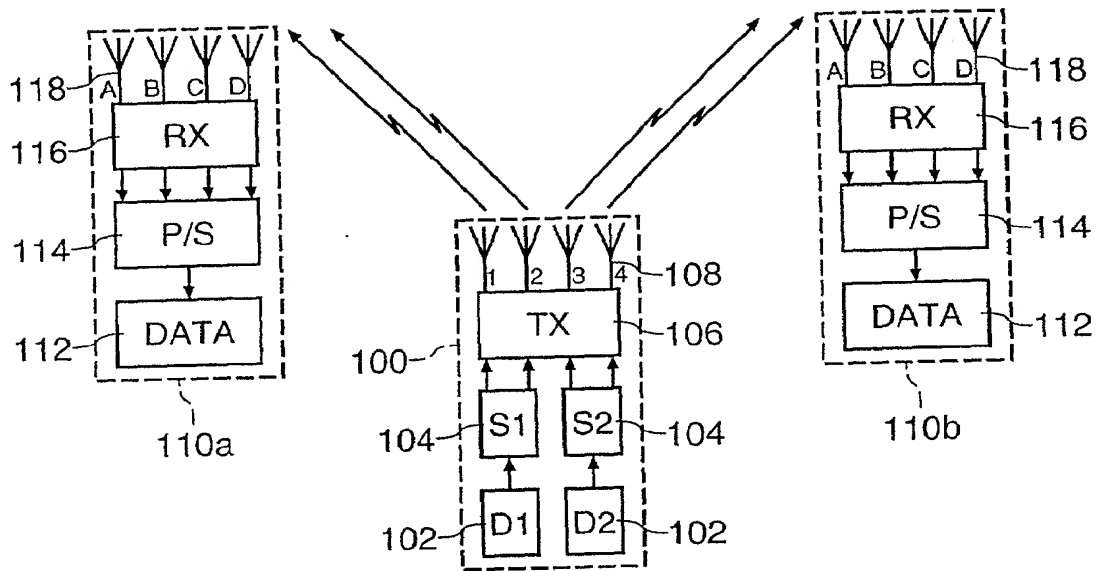


FIG. 6

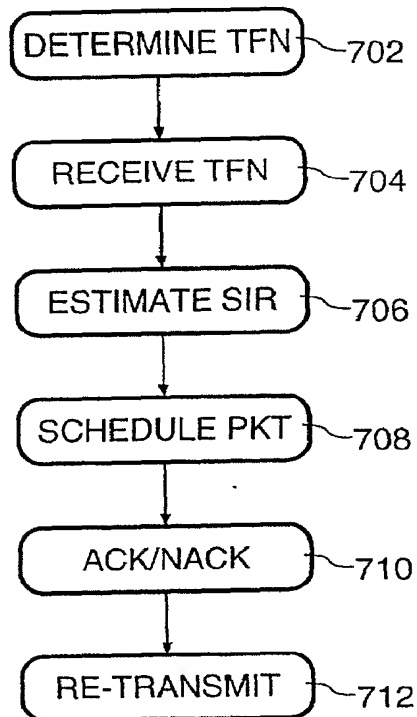


FIG. 7

RADIO COMMUNICATION SYSTEM

[0001] The present invention relates to a radio communication system and further relates to primary and secondary stations for use in such a system and to a method of operating such a system. While the present specification describes a system with particular reference to the Universal Mobile Telecommunication System (UMTS), it is to be understood that such techniques are equally applicable to use in other mobile radio systems.

[0002] In a radio communication system, radio signals typically travel from a transmitter to a receiver via a plurality of paths, each involving reflections from one or more scatterers. Received signals from the paths may interfere constructively or destructively at the receiver (resulting in position-dependent fading). Further, differing lengths of the paths, and hence the time taken for a signal to travel from the transmitter to the receiver, may cause inter-symbol interference.

[0003] It is well known that the above problems caused by multipath propagation can be mitigated by the use of multiple antennas at the receiver (receive diversity), which enables some or all of the multiple paths to be resolved. For effective diversity it is necessary that signals received by individual antennas have a low cross-correlation. Typically this is ensured by separating the antennas by a substantial fraction of a wavelength, although closely-spaced antennas may also be employed by using techniques disclosed in our International patent application WO01/71843 (applicant's reference PHGB000033). By ensuring use of substantially uncorrelated signals, the probability that destructive interference will occur at more than one of the antennas at any given time is minimised.

[0004] Similar improvements may also be achieved by the use of multiple antennas at the transmitter (transmit diversity). Diversity techniques may be generalised to the use of multiple antennas at both transmitter and receiver, known as a Multi-Input Multi-Output (MIMO) system, which can further increase system gain over a one-sided diversity arrangement. As a further development, the presence of multiple antennas enables spatial multiplexing, whereby a data stream for transmission is split into a plurality of sub-streams, each of which is sent via many different paths. One example of such a system is described in U.S. Pat. No. 6,067,290, another example, known as the BLAST system, is described in the paper "V-BLAST: an architecture for realising very high data rates over the rich-scattering wireless channel" by P W Wolniansky et al in the published papers of the 1998 URSI International Symposium on Signals, Systems and Electronics, Pisa, Italy, Sep. 29 to Oct. 2, 1998.

[0005] The performance gains which may be achieved from a MIMO system may be used to increase the total data rate at a given error rate, or to reduce the error rate for a given data rate, or some combination of the two. A MIMO system can also be controlled to reduce the total transmitted energy or power for a given data rate and error rate.

[0006] One area in which MIMO techniques may be applied is a High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) scheme, which is currently being developed for UMTS and which may facilitate transfer of packet data to a mobile station at up to 4 Mbps. In one proposed embodiment of

HSDPA separate data streams are sent from respective antennas at a Base Station (BS), which data streams can in principle be received and decoded by a Mobile Station (MS) having at least as many antennas as there are data streams. An ARQ (Automatic Repeat reQuest) scheme is needed to ensure correct delivery of each data packet, since accurate data transmission is viewed as more important than the reduced system throughput under poor channel conditions (due to multiple re-transmissions).

[0007] A problem with the use of a MIMO system for packet data transmission is the impact of differing radio link qualities on the communication system. For example, some of the data streams may have very poor quality radio links, and if all the data is combined this will degrade the performance of the other links.

[0008] An object of the present invention is to provide a MIMO system having improved performance.

[0009] According to a first aspect of the present invention there is provided a radio communication system having a communication channel comprising a plurality of paths between a primary station having a plurality of antennas and a secondary station having at least one antenna, wherein the primary station has means for transmitting substantially simultaneously a plurality of data packets to the secondary station, each packet being transmitted via a different subset of the plurality of paths, and the secondary station has means for receiving the plurality of data packets, for determining whether each packet is received correctly and for signalling this determination to the primary station for each of the plurality of packets.

[0010] By transmitting a plurality of packets in parallel, each via a subset of the available paths in the communication channel, improved performance is enabled compared with known systems in which each packet is transmitted via the same set of paths. This is because the effect of one of the paths providing a poor quality radio link is restricted to a subset of the transmitted packets.

[0011] According to a second aspect of the present invention there is provided a primary station having a plurality of antennas for use in a radio communication system having a communication channel comprising a plurality of paths between the primary station and a secondary station having at least one antenna, wherein means are provided for transmitting substantially simultaneously a plurality of data packets to the secondary station, each packet being transmitted via a different subset of the plurality of paths, and for receiving from the secondary station a determination of whether each packet is received correctly.

[0012] In one embodiment of the present invention each data packet is restricted to a subset of the available paths by mapping it to one of the primary station's antennas. In another embodiment, beamforming techniques are used to transmit each data packet in a particular direction. Data packets transmitted via one subset of paths may have different transmission parameters, for example modulation and/or coding schemes and power levels. Closed loop power control may be applied independently to each subset of paths.

[0013] According to a third aspect of the present invention there is provided a secondary station having at least one antenna for use in a radio communication system having a

communication channel comprising a plurality of paths between a primary station having a plurality of antennas and the secondary station, wherein means are provided for receiving a plurality of data packets transmitted substantially simultaneously by the primary station, each packet being transmitted via a different subset of the plurality of paths, for determining whether each packet is received correctly and for signalling this determination to the primary station for each of the plurality of packets.

[0014] The secondary station may signal its determination of whether each packet is received correctly via a subset of the available uplink paths to the primary station, or in any other suitable manner.

[0015] According to a fourth aspect of the present invention there is provided a method of operating a radio communication system having a communication channel comprising a plurality of paths between a primary station having a plurality of antennas and a secondary station having at least one antenna, wherein the primary station transmits substantially simultaneously a plurality of data packets to the secondary station, each packet being transmitted via a different subset of the plurality of paths, and the secondary station receives the plurality of data packets, determines whether each packet is received correctly and signals this determination to the primary station for each of the plurality of packets.

[0016] The present invention is based upon the recognition, not present in the prior art, that improved performance in a MIMO system used for packet data transfer can be obtained by transmitting data packets in parallel by different subsets of the available paths.

[0017] Embodiments of the present invention will now be described, by way of example, with reference to the accompanying drawings, wherein:

[0018] FIG. 1 is a block schematic diagram of an embodiment of a MIMO radio system;

[0019] FIG. 2 is a block schematic diagram of an embodiment of a base station for a MIMO radio system which weights sub-stream signals before transmission;

[0020] FIG. 3 is a diagram illustrating operation of a conventional ARQ scheme;

[0021] FIG. 4 is a diagram illustrating operation of a first embodiment of an ARQ scheme in accordance with the present invention;

[0022] FIG. 5 is a diagram illustrating operation of a second embodiment of an ARQ scheme in accordance with the present invention;

[0023] FIG. 6 is a block schematic diagram of an embodiment of a MIMO radio system in which different sub-streams are directed at different terminals; and

[0024] FIG. 7 is a flow chart illustrating operation of a MIMO radio system made in accordance with the present invention.

[0025] In the drawings the same reference numerals have been used to indicate corresponding features.

[0026] FIG. 1 shows an example of a MIMO system for the transmission of downlink packet data from a primary station 100 to a secondary station 110. The primary station

100 comprises a data source 102 which provides a data stream for transmission to the secondary station 110. This stream is divided by a serial to parallel converter (S/P) 104 to generate a plurality of data sub-streams which are provided to a transmitter (TX) 106. The transmitter 106 arranges for the data sub-streams to be sent to multiple antennas 108 (labelled 1, 2, 3 and 4 in FIG. 1) for transmission from the Base Station (BS) 100 to a Mobile Station (MS) 110. The antennas 108 are assumed to be substantially omni-directional (or designed to give coverage over a sector cell).

[0027] Suitable coding, typically including Forward Error Correction (FEC), may be applied by the BS 100 before multiplexing. This is known as vertical coding, and has the advantage that coding is applied across all sub-streams. However, problems may arise in extracting the sub-streams since joint decoding is needed and it is difficult to extract each sub-stream individually. As an alternative each sub-stream may be coded separately, a technique known as horizontal coding which may simplify receiver operation. These techniques are discussed for example in the paper "Effects of Iterative Detection and Decoding on the Performance of BLAST" by X Li et al in the Proceedings of the IEEE Globecom 2000 Conference, San Francisco, Nov. 27 to Dec. 1, 2000.

[0028] If vertical coding is used the FEC which is applied must have sufficient error-correcting ability to cope with the entire MIMO channel, which comprises a plurality of paths. It will be appreciated that the set of paths between BS 100 and MS 110 will typically include direct paths and indirect paths, the latter being where signals are reflected by one or more scatterers.

[0029] The MS 110 comprises a plurality of antennas 118 (labelled A, B, C and D in FIG. 1). Signals received by the antennas 118 are provided to a receiver (RX) 116, which extracts the plurality of transmitted data sub-streams from the received signals. The data sub-streams are then recombined by a parallel to serial converter (P/S) 114 and provided to a data output block 112. Although both the BS 100 and MS 110 are shown as having the same number of antennas, this is not necessary in practice and the numbers of antennas can be optimised depending on space and capacity constraints.

[0030] In the simplest implementation of a BS 100, each data sub-stream is mapped to a separate antenna 108. Such an implementation is appropriate for spatially uncorrelated radio channels. In the general case, for which a suitable BS 100 is illustrated in FIG. 2, each data sub-stream could be sent to each antenna 108 after applying a complex weight 202 (with one weight value per antenna 108 for each data sub-stream). This approach can be used to map each data sub-stream to a different antenna beam. The antenna beams may be aimed in predetermined directions, or the directions may be determined dynamically to take advantage of changing radio channel conditions. An example of a MIMO system with dynamically changing beam directions is disclosed in our co-pending unpublished United Kingdom patent application 0102316.7 (Applicant's reference PHGB010012). A special case of interest is where each data stream is mapped to a subset of the antennas (i.e. some of the weights are zero).

[0031] For simplicity, the following embodiments use the simplest case of a one-to-one mapping between data sub-

streams and antennas **108**, but it will be appreciated that the present invention is not limited to such a scenario.

[0032] In a packet data transmission system, ARQ can be used to correct any erroneous packets. An example of an ARQ scheme operating in known manner is illustrated in **FIG. 3**. Data packets **302**, identified as P_n where n is a sequence number, are transmitted in sequence on a downlink (DL) channel from a BS **100** to a MS **110**. In the illustrated scenario, the first data packet P_1 is received correctly by the MS **110**, which transmits an acknowledgement (A_1) **304** on an uplink channel (UL). In response to receipt of A_1 by the BS **100**, the next packet awaiting transmission, P_2 , is selected and transmitted to the MS **110**. However, this packet is not received correctly by the MS **110**, which issues a negative acknowledgement (N_2) **306**. In response to this, the BS **100** transmits packet P_2 .

[0033] Other techniques may be used instead of simple retransmission of a data packet **302** in response to a negative acknowledgement **306**. An example of such a technique is ARQ using incremental redundancy, where retransmissions relating to a packet are not identical to the originally-transmitted packet but include additional redundant information. Data throughput may be increased by use of other techniques, one example of which is n -channel stop-and-wait ARQ. This scheme takes advantage of the significant time gaps in the basic scheme shown in **FIG. 3** to permit transmission of up to n packets before any are positively acknowledged. An advantage over conventional stop-and-wait ARQ schemes (such as that shown in **FIG. 3**) is that if one packet is not received correctly, further packets may continue to be sent on the other channels in parallel with retransmissions of the packet received with errors. Such a scheme may also be used when a MS **110** has data links with a plurality of BSs **100**, as disclosed in our co-pending unpublished United Kingdom patent application 0104830.5 (Applicant's reference PHGB010028).

[0034] A simple embodiment of a MIMO packet data transmission scheme operating in accordance with the present invention is shown in **FIG. 4**. In this embodiment each data sub-stream is allocated a separate ARQ channel, and the BS **100** and MS **110** each have two antennas **108**, **118**. In the example shown, the BS **100** transmits two packets **302**, P_1 and P_2 , as part of respective downlink data sub-streams DL_1 and DL_2 transmitted from respective antennas **108**. The packets **302** are transmitted substantially simultaneously. This can be done in a CDMA (Code Division Multiple Access) system using the same channelisation and scrambling codes.

[0035] The MS **110** only receives packet P_1 correctly, and hence transmits an acknowledgement (A_1) **304** and a negative acknowledgement (N_2) **306** as part of respective uplink data sub-streams UL_1 and UL_2 transmitted from respective antennas **118**. The positive and negative acknowledgements A_1 and N_2 are transmitted substantially simultaneously using the same channelisation and scrambling codes. In response, the BS **100** transmits the next packet P_3 via sub-stream DL_1 and re-transmits packet P_2 via sub-stream DL_2 . This time the MS **110** only receives packet P_2 correctly, and therefore issues negative and positive acknowledgements, N_3 and A_2 , via respective uplink sub-streams UL_1 and UL_2 . As a result the BS **100** re-transmits packet P_3 via sub-stream DL_1 and transmits the next packet P_4 via sub-stream DL_2 .

[0036] In the general case, almost any mechanism could be used for transmission of the acknowledgements **304**, **306**, including time multiplexing on a single channel, or simultaneous transmission via different channels. The uplink transmission method and radio channel may also be different from that used on the downlink. The most important requirement is that an acknowledgement is received by the BS **100** in time for it to determine whether to send a re-transmission or a new packet **302**.

[0037] The BS **100** and/or MS **110** may make use of packets **302** received incorrectly to identify bad radio channels (i.e. bad antennas **108** or bad antenna beams), to enable performance to be optimised by avoiding such antennas or beams.

[0038] A variation on this embodiment is shown in **FIG. 5**, in which retransmission of a packet **302** which was not received correctly by the MS **110** takes place via a different sub-stream. This avoids the case that one packet is delayed substantially when interference prevents successful reception of any packets **302** via a particular sub-stream. In the example illustrated, the same packets **302** are transmitted but the sub-streams used for transmission of packet P_3 and re-transmission of packet P_2 are reversed compared to **FIG. 4**.

[0039] Since the radio link quality might be different for each sub-stream, data for respective sub-streams could be derived from different data sources with different quality requirements. The level of FEC applied to each sub-stream could optionally be varied depending on the quality of the radio link, as disclosed in our co-pending unpublished International patent application PCT/EP01/13690 (Applicant's reference PHGB 000168). Further, different choices of Modulation and Coding Scheme (MCS) could be made for different sub-streams, and the sub-streams could be transmitted at different power levels in response to different channel conditions.

[0040] In a further variation on the above embodiments, separate closed loop power control may be applied to the transmissions from each antenna **108** (e.g. using dedicated channels). Such a scheme could help with selection of an optimum antenna **108**, as well as selection of a suitable MCS, as disclosed in our co-pending unpublished International patent application PCT/IB01/02555 (Applicant's reference PHGB010022).

[0041] In another embodiment of the present invention, illustrated in **FIG. 6**, different sub-streams may be routed to different terminals **110a**, **110b**. In the example illustrated, a BS **100** comprises two data sources **102** ($D1$ and $D2$), each intended for a different MS **110**. Data from data source $D1$, intended for a first MS **110a**, is divided into two sub-streams by a serial to parallel converter **104** ($S1$) and provided to a transmitter (TX) **106**. These two data sub-streams are transmitted via antennas **108** labelled **1** and **2**. Similarly, data from data source $D2$, intended for a second MS **110b**, is divided into two sub-streams by a serial to parallel converter **104** ($S2$) and provided to the transmitter **106**. These two data sub-streams are transmitted via antennas **108** labelled **3** and **4**. It should be noted that this scheme does not require that antenna beams are directed towards the respective MSs **110a**, **110b**, although this may be implemented.

[0042] Using MIMO, in a scenario such as that shown in **FIG. 1** or **6**, each MS **110** receiving any data with a given

channelisation code must, in general, have sufficient antennas **118** or other means to separate each of the different data sub-streams, perhaps discarding any unwanted ones. In known MIMO systems this requires at least M antennas, where M is the number of independent data sub-streams being transmitted with that channelisation code.

[0043] In order to obtain good performance in scheduling the use of downlink resources (channelisation codes and power) it is desirable that the downlink channel quality is known at the BS **100** for each possible radio link. This could be signalled directly for each sub-stream or determined in some other way (for example by the use of closed loop power control or feedback signals for antenna diversity). It is also important that the number of antennas, or ability to process multiple data streams, at each MS **110** is known to the BS **100**. This could be signalled as a part of a registration process, in which the MS **110** informs the BS **100** of its capabilities.

[0044] FIG. 7 is a flow chart illustrating one possible application of a method in accordance with the present invention to HSDPA. The method comprises the following steps:

[0045] 702. A MS **110** uses pilot signals from each antenna **108** at the BS **100** to determine transfer function for each antenna pair.

[0046] 704. The BS **100** receives information from each MS **110** on the channel transfer function between each pair of antennas **108**, **118** at the BS **100** and MS **110**.

[0047] 706. The BS **100** estimates achievable SIRs for each antenna pair (optionally using other information, such as from closed loop power control).

[0048] 708. Based on the SIR information the BS **100** schedules transmissions of data packets to mobiles **110**, selecting: modulation, coding scheme, channelisation code(s) and antenna **108** for each packet **302**. Typically, there would be constraints imposed by number of available channelisation codes, and maximum output power per antenna **108**.

[0049] 710. Each MS **110** sends an ACKnowledgement (ACK) **304** for packets **302** received correctly and a Negative ACKnowledgement (NACK) **306** for packets **302** received incorrectly.

[0050] 712. Erroneous packets **302** are scheduled for re-transmission by the BS **100** (with the exact contents of the re-transmission being determined according to the ARQ scheme being used).

[0051] There are a range of possible alternatives for the scheduling at step 708, for example, packets could be sent by the BS **100** in the order received, or preference could be given to sending data over radio links with high SIR. In an embodiment employing beamforming, to direct antenna beams in particular directions, more detailed information on the channel is needed at the BS **100** (to allow the correct antenna weights **202** to be used). This information may need to be signalled from the MS **110**. Signalling to a MS **110** may also be needed to indicate which antenna transmissions (or beams) contain data for it, and which should be rejected as unwanted interference.

[0052] The present invention can be applied to mobile radio (e.g. UMTS), cordless and WLAN systems. It is particularly suited to the HSDPA concept, but not limited to it. The description above relates to a UMTS Frequency Division Duplex (FDD) mode. The invention could also be applied to a Time Division Duplex (TDD) system. In this case the fact that the uplink and downlink channel use different time slots at the same frequency (i.e. reciprocal channel) could reduce the need for signalling of channel information.

[0053] The present invention is also particularly applicable to CDMA systems in which the BS **100** typically provides pilot information to facilitate channel estimation. In the case of CDMA the possibility is already known of sending multiple data streams with different spreading codes or the same spreading code offset in time. These techniques can be used in conjunction with the present invention, in which more than one data stream has the same spreading code.

[0054] In the above description, the term 'Base Station' or 'Primary Station' relates to an entity which may in practice be distributed between a variety of parts of the fixed infrastructure. In a UMTS system, for example the functions of a BS **100** are carried out in a "Node B", which is the part of the fixed infrastructure directly interfacing with a MS **110**, and at a higher level in the Radio Network Controller (RNC). As well as their use in transmission of data packets from a BS **100** to a MS **110**, the techniques described may also be used for packet transmission in the reverse direction. In this case, the roles of the BS **100** and MS **110** would be reversed in the description above, with the BS **100** adopting the role of a secondary station and the MS **110** the role of a primary station.

[0055] From reading the present disclosure, other modifications will be apparent to persons skilled in the art. Such modifications may involve other features which are already known in the design, manufacture and use of radio communication systems and component parts thereof, and which may be used instead of or in addition to features already described herein.

[0056] In the present specification and claims the word "a" or "an" preceding an element does not exclude the presence of a plurality of such elements. Further, the word "comprising" does not exclude the presence of other elements or steps than those listed.

1. A radio communication system having a communication channel comprising a plurality of paths between a primary station having a plurality of antennas and a secondary station having at least one antenna, wherein the primary station has means for transmitting substantially simultaneously a plurality of data packets to the secondary station, each packet being transmitted via a different subset of the plurality of paths, and the secondary station has means for receiving the plurality of data packets, for determining whether each packet is received correctly and for signalling this determination to the primary station for each of the plurality of packets.

2. A primary station having a plurality of antennas for use in a radio communication system having a communication channel comprising a plurality of paths between the primary station and a secondary station having at least one antenna, wherein means are provided for transmitting substantially

simultaneously a plurality of data packets to the secondary station, each packet being transmitted via a different subset of the plurality of paths, and for receiving from the secondary station a determination of whether each packet is received correctly.

3. A primary station as claimed in claim 2, characterised in that means are provided for mapping each data packet to one of the plurality of antennas.

4. A primary station as claimed in claim 2, characterised in that weighting means are provided for mapping each data packet to a respective antenna beam.

5. A primary station as claimed in claim 2, characterised in that means are provided for varying transmission parameters relating to a data packet depending on the subset of paths over which the packet is transmitted.

6. A primary station as claimed in claim 5, characterised in that the varied transmission parameters are selected from modulation scheme, coding scheme and transmit power level.

7. A primary station as claimed in claim 5, characterised in that closed loop power control means are provided for adjusting independently the transmit power of each subset of paths.

8. A primary station as claimed in claim 2, characterised in that means are provided for retransmitting a data packet which was not received correctly by the secondary station via a different subset of the plurality of paths from that used for initial transmission of the data packet.

9. A secondary station having at least one antenna for use in a radio communication system having a communication channel comprising a plurality of paths between a primary station having a plurality of antennas and the secondary station, wherein means are provided for receiving a plurality of data packets transmitted substantially simultaneously by the primary station, each packet being transmitted via a different subset of the plurality of paths, for determining whether each packet is received correctly and for signalling this determination to the primary station for each of the plurality of packets.

10. A secondary station as claimed in claim 9, characterised in that a communication channel between the secondary station and the primary station comprises a plurality of paths and in that the means for signalling the determination of correct reception to the primary station comprises means for transmitting substantially simultaneously acknowledgements corresponding to each of the simultaneously transmitted data packets, each acknowledgement being transmitted via a different subset of the plurality of paths.

11. A secondary station as claimed in claim 9, characterised in that means are provided for signalling channel quality feedback information to the primary station, the information relating to each of the subset of paths used to transmit data packets.

12. A secondary station as claimed in claim 9, characterised in that means are provided for signalling to the primary station the number of simultaneous data streams, transmitted via subsets of the plurality of paths using the same air interface resources, that the secondary station can receive or process simultaneously.

13. A secondary station as claimed in claim 12, characterised in that the system operates according to a code division multiple access protocol and in that the air interface resources comprise channelisation and spreading codes.

14. A method of operating a radio communication system having a communication channel comprising a plurality of paths between a primary station having a plurality of antennas and a secondary station having at least one antenna, wherein the primary station transmits substantially simultaneously a plurality of data packets to the secondary station, each packet being transmitted via a different subset of the plurality of paths, and the secondary station receives the plurality of data packets, determines whether each packet is received correctly and signals this determination to the primary station for each of the plurality of packets.

* * * * *